

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

« 29 » 12 2015 г.

Регистрационный № УД 1331 / уч.

Биоиндикация качества природной среды

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-33 01 01 Биоэкология**

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-33 01 01-2013 и учебных планов УВО № Н33-010/уч. 2013 г., № Н33з-012/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Анна Анатольевна Жукова, доцент кафедры общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 30 октября 2015 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 23 декабря 2015 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Биоиндикация качества природной среды» относится к циклу дисциплин специализации учебных планов. Одной из издержек научно-технического прогресса является деградация естественных экосистем, выражающаяся, прежде всего, в снижении биологического разнообразия и нарушении нормального функционирования природных сообществ. Совершенно очевидно, что современный специалист-эколог должен иметь представление о существующих подходах к оценке качества среды и обладать навыками по их практическому применению.

Цель курса – сформировать у студентов-экологов целостное представление о методах определения биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ.

В задачи учебной дисциплины входит: сформировать у студентов-экологов систему представлений об основных подходах к оценке качества среды, научить их самостоятельно планировать биоиндикационные исследования, обрабатывать данные, рассчитывать биотические индексы, правильно представлять и интерпретировать полученные результаты.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным учебным дисциплинам: «Общая экология», «Экология городской среды», «Экологический мониторинг, контроль и экспертиза».

В результате изучения курса студенты должны:

знать:

- основные критерии отбора видов-биоиндикаторов;
- методические подходы биоиндикации, используемые на разных уровнях организации живой материи;
- преимущества и недостатки использования различных методов биоиндикации;

уметь:

- выполнять биотесты воды и почвы на основе стандартных протоколов;
- анализировать данные, получаемые при изучении накопления поллютантов в видах-индикаторах;
- интерпретировать результаты исследований, выполненных с использованием биомаркеров;
- применять графические методы для анализа структуры биологических сообществ;
- рассчитывать и интерпретировать основные количественные показатели биоразнообразия сообществ.

владеть:

- методами отбор биологических видов, пригодных для целей биоиндикации;
- основными методами, используемыми для биоиндикации качества воды, почвы и воздуха;

– методами анализа результатов биоиндикационных исследований;

Изучение учебной дисциплины «Биоиндикация качества природной среды» должно обеспечить формирование у студента следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

В соответствии с учебным планом дневной формы получения образования программа рассчитана на 110 часов, из них аудиторных 40 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 26 часов, лабораторные занятия – 10 часов, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 4 часа.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования программа рассчитана на 130 часов, из них аудиторных 16 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 12 часов, лабораторные занятия – 4 часа.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОИНДИКАЦИИ

Качество природной среды и его градации. Типы загрязнений природной среды и основные поллютанты. Загрязнение как стрессор. Понятие о комплексном стрессовом воздействии.

Биоиндикация, ее цель и основные задачи. Биоиндикация как составной элемент системы экологического мониторинга. Уровни, на которых возможно осуществление биоиндикации.

Биоиндикаторы. Количественные и качественные биоиндикаторы. Чувствительные и аккумулятивные биоиндикаторы. Преимущества использования биоиндикаторов в сравнении с химическими методами анализа качества среды. Общие критерии отбора индикаторных видов.

II. БИОТЕСТИРОВАНИЕ

Понятие о токсичности веществ. Биотестирование как метод определения токсичности. Тест-объекты и их основные ответные реакции (тест-функции), учитываемые при биотестировании: смертность, нарушения индивидуального развития, изменения поведения, скорости роста, способности к размножению. Сублетальные и летальные реакции тест-объектов.

Критерии выбора теста и тест-объекта. Хронические и острые тесты. Количественные показатели, учитываемые при биотестировании (NOEC, LOEC, EC₅₀, LC₅₀). Общие правила отбора и хранения проб для биотестирования. Интерпретация результатов биотестирования. Основные преимущества и недостатки биотестирования.

Примеры биотестов, используемых для определения токсичности воды и донных отложений. Отбор проб воды для биотестирования. Основы ведения лабораторных культур водных тест-объектов (водоросли, инфузории, ракообразные, олигохеты, моллюски, личинки мотыля, рыбы). Общая схема постановки тестов на определение токсичности воды. Симптомы отравления тест-объектов, используемых для определения токсичности воды. Общая схема постановки теста и оценка его результатов.

Основные подходы к биотестированию почв: использование водных экстрактов из почв; тесты, основанные на учете выживаемости и поведенческих реакций педобионтов.

III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ БИОАККУМУЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СРЕДЫ

Пути поступления чужеродных веществ (ксенобиотиков) в живые организмы. Биологическая доступность вещества. Общий механизм биоаккумуляции ксенобиотиков. Коэффициент накопления. Специфические организмы-накопители. Основные подходы к изучению накопления поллютантов в живых организмах: определение концентрации веществ в тканях резидентных организмов и трансплантация организмов в загрязненные участки. Преимущества и недостатки этих подходов.

IV. БИОМАРКЕРЫ

Определение понятия «биомаркер». Стадии биотрансформации ксенобиотиков в живых организмах.

Основные типы биомаркеров: белки детоксикации; белки, участвующие в процессах конъюгации ксенобиотиков; повреждения генетического аппарата клеток и основные способы их выявления (микроядрышковый тест, автордиография, определение частоты хромосомных аббераций); ответы иммунной системы; гистопатологии (некрозы, пролиферативные нарушения); патологии органов и систем органов; нарушения роста и размножения организмов.

Преимущества и недостатки использования биомаркеров при оценке качества среды. Интерпретация результатов исследований, выполненных на основе биомаркеров.

V. БИОИНДИКАЦИЯ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ СООБЩЕСТВ

Основные параметры, определяющие биологическое разнообразие сообществ. Количественные показатели видового богатства: видовая плотность, нумерическое видовое богатство, индексы Маргалефа и Менхиника. Показатели неоднородности: индексы Шеннона, Пиелу, Бриллюэна. Индексы доминирования Симпсона и Бергера-Паркера. Представление и анализ индексов разнообразия.

Оценка уровня стресса на основе индексов разнообразия. Нейтральная модель Касвелла. Способы графического изображения данных и анализа данных о видовом богатстве и обилии видов в сообществах: кривая доминирования-разнообразия, частотное распределение, обратное ранговое распределение, график накопленных обилий. Теоретические модели распределения видового обилия. ABC-метод. Методы ординации в применении к оценке качества среды. Анализ главных компонент: методология выполнения и интерпретации.

Показатели видового сходства сообществ: коэффициент Брея-Куртиса, индексы Жаккара и Чекановского-Серенсена. Коэффициенты несходства (расхождения) сообществ. Иерархический кластерный анализ: методология выполнения и интерпретации.

Оценка качества почв по показательным организмам. Возможности использования различных групп педобионтов в целях биоиндикации (микроскопические водные беспозвоночные, микроартроподы, крупные почвенные беспозвоночные). Индекс биологического качества почвы (*QBS*-индекс) и методология его расчета.

Лихеноиндикация качества воздуха. Преимущества использования лишайников в качестве индикаторных организмов. Методологические подходы лихеноиндикации: анализ исторических данных; изучение изменения структуры лишайниковых сообществ вдоль градиента источников загрязнения; индекс полеотолерантности.

Биоиндикация качества водной среды с использованием индикаторных организмов. Системы сапробности Кольквитца и Марссона, Пантле и Букка, Сладечека. Индекс реки Трент (индекс Вудивисса), ЕВІ-индекс, индекс Балушкиной.

Протоколы быстрой биоиндикации вод. Параметры оценки качества местообитания. Понятие эталонных створов и эталонных условий. Биоиндикация на основе сообществ фитоперифитона, макрозообентоса, рыб. Сравнительный анализ биотических индексов, проблема их региональной адаптации.

VI. РОЛЬ БИОИНДИКАЦИИ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Определение понятий «экологический риск», «экологическая опасность» и «экологическая безопасность». Многокомпонентность и векторность экологического риска. Основные факторы экологической опасности.

Понятие приемлемого экологического риска. Компоненты процедуры оценки экологического риска. Роль биоиндикационных исследований на разных этапах оценки экологического риска. Управление экологическим риском.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Биоиндикация как составной элемент системы оценки качества среды	2						
2.	Тесты, используемые для выявления токсичности: теория	2						
3.	Тесты на токсичность: примеры	2						
4.	Постановка токсикологического эксперимента: планирование, подготовка оборудования и посуды, подбор объекта и методов, постановка опыта				4			
5.	Статистическая обработка данных по результатам токсикологических экспериментов, их анализ, выводы				2			
6.	Использование явления биоаккумуляции при оценке качества среды	2						
7.	Использование биомаркеров при оценке качества среды	2						
8.	Биоиндикация на основе структурных характеристик сообществ	6						
9.	Промежуточный зачет по разделам «Биотестирование», «Биоаккумуляция», «Биомаркеры».						2	тесты и задания
10.	Оценка состояния наземных экосистем на основе структуры биологических сообществ.	2						
12.	Оценка качества водной среды на основе структуры сообществ гидробионтов	4						

13.	Протоколы быстрой биоиндикации текучих вод.	2						
14.	Анализ структуры водных и наземных сообществ: расчет индексов сходства и разнообразия				4			
15.	Промежуточный зачет по разделу «Биоиндикация на основе структурных характеристик сообществ».						2	тесты и задания
16.	Оценка экологического риска и роль биоиндикации в ней.	2						

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Биоиндикация как составной элемент системы оценки качества среды	2						
2.	Тесты, используемые для выявления токсичности: теория	2						
3.	Использование явления биоаккумуляции при оценке качества среды	2						
4.	Использование биомаркеров при оценке качества среды	2						
5.	Биоиндикация на основе структурных характеристик сообществ	2						
6.	Оценка состояния наземной и водной среды экосистем на основе структуры биологических сообществ	2						
7.	Анализ структуры водных и наземных сообществ: расчет индексов сходства и разнообразия				4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Мелехова, О.П.* Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова [и др.]. – М.: Academia, 2007.
2. Биологические методы оценки природной среды. – М.: Наука, 1978.
3. *Израэль, Ю.А.* Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. Л.: Гидрометеиздат, 1984.
4. *Лебедева, Н.В.* Биоразнообразие и методы его оценки: Учебное пособие / Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволуцкий. М.: Изд-во Московского ун-та, 1999.
5. *Мэгарран, Э.* Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. Пер. с англ. М.: Мир, 1992.
6. *Шитиков, В.К.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003.
7. *Семенченко, В.П.* Экологическое качество поверхностных вод / В.П. Семенченко, В.И. Разлуцкий. Мн.: Беларуская навука, 2010.
8. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. – М.: Мир, 1988.
9. *Бязров, Л.Г.* Лишайники в экологическом мониторинге / Л.Г. Бязров. М.: Научный мир, 2002.
10. *Бубнов, А.Г.* Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие / А.Г. Бубнов и др.; под общ. ред. В.И. Гриневича. – Иваново, 2007.

Дополнительная:

1. *Баканов, А.И.* Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) / А.И. Баканов. Биология внутренних вод. 2000. № 1.
2. *Власов, Б.П.* Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды: Метод. рекомендации / Б.П. Власов, Г.С. Гигевич. – Мн.: БГУ, 2002.
3. *Евгеньев, М.И.* Тест-методы и экология / М.И. Евгеньев. Соросовский Образовательный Журнал, 1999. №11.
4. *Егорова, Е.И.* Экологическая диагностика качества атмосферного воздуха с помощью лишайников: Практ. рук. для студентов и школьников / Е.И. Егорова, Б.И. Сынзыныс. – Обнинск: ИАТЭ, 1997.
5. *Коросов, А.В.* Экологические приложения компонентного анализа / А.В. Коросов. – Петрозаводск, 1996.

6. *Красилов, В.А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты / В.А. Красилов. – М.: Институт охраны природы и заповедного дела, 1992.
7. *Примак, Р.* Основы сохранения биоразнообразия / Р. Примак. Пер. с англ. – М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002.
8. *Макаревич, Т.А.* Экологический мониторинг, контроль и экспертиза: Курс лекций / Т.А. Макаревич. – Мн.: БГУ, 2001.
9. *Чалова, И.В.* Оценка качества природных и сточных вод методами биотестирования с использованием ветвистоусых ракообразных (Cladocera, Crustacea) / И.В. Чалова, А.В. Крылов. – Ярославль, 2007.
10. *Головчиц, В.А.* Биологический мониторинг окружающей среды / В.А. Головчиц, Л.С. Чумаков. – Мн., 2002.
11. *Парфенов, В.И.* Анализ брфофлоры лесных насаждений и других экотопов Минска и экологический мониторинг состояния воздушного бассейна городской среды с помощью методов брфодиагностики / В.И. Парфенов, Г.Ф. Рыковский, М.С. Шабета. – Мн., 2010.
12. Сайт отдела проблем качества водной среды Одесского филиала Института Биологии Южных морей НАН Украины [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.bioassay.narod.ru. – Дата доступа: 25.01.2011.
13. Сайт Агентства Охраны Природы США [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.epa.gov. – Дата доступа: 25.01.2011.
14. Сибирский вестник экологического образования. Определение загрязненности воздуха по лишайникам. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nsu.ru/community/nature/books/Obr3-4/13.htm>. – Дата доступа: 25.01.2011.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Промежуточный зачет по разделам «Биотестирование», «Биоаккумуляция», «Биомаркеры».
2. Промежуточный зачет по разделу «Биоиндикация на основе структурных характеристик сообществ».

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется экзамен.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- устные и письменные опросы на лабораторных занятиях;
- выполнение заданий в тестовой форме;
- защита подготовленного студентом реферата.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Дневная форма получения высшего образования (2 ч. каждое)

1. Токсикологический эксперимент: планирование, подготовка оборудования и посуды, подбор объекта и методов.
2. Токсикологический эксперимент: постановка опыта.
3. Токсикологический эксперимент: статистическая обработка данных, их анализ, выводы.
4. Анализ структуры сообществ: расчет индексов сходства и разнообразия.
5. Оценка состояния водных и наземных сообществ: расчет биотических индексов.

Заочная форма получения высшего образования (2 ч. каждое)

1. Анализ структуры сообществ: расчет индексов сходства и разнообразия.
2. Оценка состояния водных и наземных сообществ: расчет биотических индексов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине курсу следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, курс лекций, мультимедийные презентации, методические указания к семинарским занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА:

Определяется по формуле (минимум 4, максимум 10 баллов):

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,4 + B \times 0,6$$

где *A* – средний балл по лабораторным занятиям и УСР,

B – экзаменационный балл

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена
(4 балла и выше)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Общая экология	Общей экологии и МПБ	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.
Экология городской среды	Общей экологии и МПБ	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.
Экологический мониторинг, контроль и экспертиза	Общей экологии и МПБ	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)